



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINERO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO DE BAJO TRÁNSITO, PARCOY - LA LIBERTAD - 2018.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Rodríguez Salirrosas Jhosver

Bach. Ulloa Sánchez Frank

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo – Perú

2018

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.2. Formulación del Problema.....	16
1.3. Justificación.....	17
1.4. Limitaciones.....	18
1.5. Objetivos.....	19
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	19
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	19
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.2. Bases Teóricas.....	22
2.2.1. <i>Generalidades del Concreto</i>	22
2.2.2. <i>Diseño de Mezcla de Concreto</i>	33
2.2.3. <i>Permeabilidad del Concreto</i>	41
2.2.4. <i>Relave</i>	43
2.3. Hipótesis.....	50
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	51
3.1. Operacionalización de Variables.....	51
3.1.1. <i>Variable Independiente (V.I)</i>	51
3.1.2. <i>Variable Dependiente (V.D)</i>	51
3.2. Diseño de Investigación.....	52
3.3. Unidad de Estudio.....	52
3.4. Población.....	52
3.5. Muestra.....	52
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	55
3.6.1. <i>Técnicas e instrumentos</i>	55
3.6.2. <i>Procedimiento de recolección de datos</i>	56
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	70
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	71
4.1. Ensayos a los agregados.....	71
4.1.1. <i>Contenido de humedad – NTP 339.185:2013</i>	71
4.1.2. <i>Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso – NTP 400.012:2013</i>	72
4.1.3. <i>Peso Unitario – NTP 400.017:2011</i>	75

4.1.4.	<i>Peso Específico y absorción del agregado grueso. – NTP 400.021:2013</i>	76
4.1.5.	<i>Peso Específico y absorción del agregado fino. – NTP 400.022:2013</i>	76
4.2.	Caracterización de Relave Minero	77
4.3.	Diseño de Mezcla	79
4.3.1.	<i>Materiales para la Dosificación de Concreto</i>	79
4.3.2.	<i>Dosificaciones</i>	81
4.4.	Elaboración de Probetas	83
4.5.	Ensayos al Concreto en Estado Fresco	88
4.5.1.	<i>Asentamiento del Concreto (Slump)</i>	88
4.5.2.	<i>Peso Unitario (PUCS) y Contenido de Aire (%) del Concreto</i>	88
4.5.3.	<i>Temperatura del Concreto (°C)</i>	90
4.6.	Ensayos de Resistencia a la Compresión	90
4.6.1.	<i>Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón</i>	91
4.6.2.	<i>Resistencia a la Compresión del Concreto con 5% de Relave</i>	92
4.6.3.	<i>Resistencia a la Compresión del Concreto con 10% de Relave</i>	93
4.6.4.	<i>Resistencia a la Compresión del Concreto con 15% de Relave</i>	94
4.7.	Ensayo de Penetración de Agua Bajo Presión (Permeabilidad)	97
4.8.	Validación de Hipótesis mediante análisis estadístico	98
4.9.	Representación Matemática de los resultados	109
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN		111
5.1.	Análisis de los resultados Obtenidos	111
5.1.1.	<i>Ensayo de los agregados</i>	111
5.1.2.	<i>Ensayos al Concreto en Estado Fresco</i>	112
5.1.3.	<i>Ensayos de Resistencia a la Compresión</i>	112
5.1.4.	<i>Ensayo de Penetración de Agua Bajo Presión (Permeabilidad)</i>	113
5.1.5.	<i>Relación entre Resistencia a la Compresión y Permeabilidad</i>	114
5.1.6.	<i>Análisis de Validación de Datos</i>	115
5.2.	Análisis Comparativo de Costos Unitarios	116
CONCLUSIONES		117
RECOMENDACIONES		118
REFERENCIAS		119
ANEXOS		123

RESUMEN

La presente tesis de investigación incentiva al aprovechamiento de residuos mineros comúnmente denominado relave minero, el mismo que se encuentra almacenado en la Presa de Relaves Alpamarca, ubicado en el distrito de Parcoy, Pataz. El relave es generado por el proceso de flotación, más no por el proceso de Cianuración. Se propone como una opción para ser usado en reemplazo del agregado fino para la elaboración de concreto de bajo tránsito ($F'c=175 \text{ kgf/cm}^2$) como aplicación a una estructura determinada, del mismo modo se presenta como una alternativa eficiente de solución a los problemas por contaminación ambiental, que es generada por los procesos que realizan las empresas mineras, para la obtención de mineral aurífero.

La problemática del proyecto nace debido a que la industria minera genera gran cantidad de relave y necesita mucho espacio para su disposición y almacenaje. Por ello, se propone utilizar este relave para sustituir al agregado fino. Los porcentajes que se estudiarán son 5%, 10% y 15% con respecto a la arena. En la presente investigación se analizará la influencia de la sustitución de la arena por relave en la resistencia a compresión del concreto, según la NTP 339.034 y penetración de agua bajo presión, según la Norma Europea UNE-EN 12390-8 para medir la permeabilidad del concreto.

Del mismo modo, los diferentes materiales utilizados en la investigación fueron analizados para conocer sus propiedades físicas y mecánicas, de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas, con respecto al diseño de mezcla se procedió de acuerdo a la Norma ACI 211.

Los resultados obtenidos de los ensayos a compresión y penetración del agua aplicados a concretos de bajo tránsito, demuestran que para un 10% de sustitución de agregado fino por relave minero, la dosificación es ideal para lograr un mejor comportamiento a diferencia del resto de los porcentajes evaluados, es decir, la resistencia a compresión del concreto se incrementa a un 10.07% y la permeabilidad del concreto se reduce a un 51.61% con respecto del concreto patrón y de los porcentajes de 0%, 5% y 15%.

Nuestros resultados expresan que es posible lograr los beneficios del uso del relave en el concreto, descritos en el párrafo anterior, logrando reducir los costos de elaboración y disminuyendo el impacto en el medio ambiente. De este modo, la investigación logra una propuesta o alternativa que permite reciclar o reutilizar el relave minero sin afectar al medio ambiente.

ABSTRACT

This research thesis encourages the use of mining waste commonly called mine tailings, which is stored in the Alpamarca Tailings Dam, located in the district of Parcoy, Pataz. The tailings are generated by the flotation process, but not by the process of cyanidation. It is proposed as an option to be used as a replacement for the fine aggregate for the manufacture of low-traffic concrete as an application to a specific structure, in the same way it is presented as an efficient solution alternative to the problems due to environmental contamination, which is generated by the processes carried out by mining companies to obtain gold ore.

The problem of the project was born because the mining industry generates a lot of tailings and needs a lot of space for its disposal and storage. Therefore, it is proposed to use this tail to replace the fine aggregate. The percentages to be studied are 5%, 10% and 15% with respect to the sand. In the present investigation the influence of the substitution of the sand by tailings in the compressive strength of the concrete, according to the NTP 339.034 and penetration of water under pressure, according to the European Standard UNE-EN 12390-8 to measure the permeability of the concrete.

In the same way, the different materials used in the investigation were analyzed to know their physical and mechanical properties, according to the Peruvian Technical Standards, with respect to the design of the mixture, proceeded according to the ACI 211 Standard.

The results obtained from the compression and water penetration tests applied to concrete with low traffic, show that for a 10% substitution of fine aggregate by mining tailings, the dosage is ideal to achieve a better behavior unlike the rest of the percentages evaluated, that is, the compressive strength of the concrete increases to 10.07% and the permeability of the concrete is reduced to 51.61% with respect to the standard concrete and the percentages of 0%, 5% and 15%.

Our results express that it is possible to achieve the benefits of the use of the tailings in the concrete, described in the previous paragraph, managing to reduce the costs of elaboration and diminishing the impact on the environment. In this way, the research achieves a proposal or alternative that allows to recycle or reuse the mining tailings without affecting the environment.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Abanto, F. (2009). Tecnología del concreto. Lima, San Marcos.
- Acosta, L. (2014). Análisis Comparativo de la resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto con la adición de fibra de polipropileno. Caracas, Venezuela.
- Ampuero, J., Castañeda, S., & Lezama, J. (2015). "Propuesta de aplicación del método de relleno con mortero de relave para mejorar la confiabilidad del sostenimiento". Lima, Perú.
- Anicama, G. (2010). Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicación prácticas con productos cementicios. Lima; Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Avalo Castillo, J. (2014). Las normas técnicas de cemento y concreto en el Perú. Asociación de productos de cemento.
- Barros, V., y Ramirez, H. (202). Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 MPa, con agregado de la cantera de pifo. Quito, Perú.
- Bermudez, D. (2007). Diseño de concreto de alta resistencia a partir de una puzolana natural. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Civil.
- Bustamente, I. (2017). Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú.
- Cabrejos, J. (2011). Estudio de pre factibilidad para la recuperación de agua a partir de relaves de gran minería de cobre mediante la tecnología de relaves pesados. Lima, Perú.
- Calderon, V., y Umiña, Y. (2015). Evaluación de concretos geopoliméricos mediante activación alcalina de residuos mineros (relave) y zeolita natural. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
- Carrasco, F. (2012). Tecnología del Hormigón - Ingeniería Civil.
- Contreras, K. y Villalobos, S. (2017). Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla (Tesis de titulación). Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú.
- Conrado, M., y Rojas, J. (2012). Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencia a la compresión de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera Guayllabamba, Ecuador.
- Corro, H., y Ramos, A. (2015). Correlación entre el índice de madurez de una mezcla de concreto y su resistencia a la compresión.
- Curo, E., y Rashuamán, P. (2015). Diseño de mezcla de concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ adicionando relave minero de la relavera n° 09 Achilla Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Urca y provincia de Angaraes - Huancavelica, Perú.

- Fernández, M. (2011) Instrucción de recepción de cementos y a la instrucción de hormigón estructural EHE. (9na ed.). Universidad Politécnica de Madrid.
- Hermida, G. (2013). Concreto de baja Permeabilidad, algo más que disminuir A/C. SIKA <http://revistapyc.com/Articulos/Grupo56/ART-56-A.pdf>.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2008). Norma Técnica Peruana 339.046. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2011). Norma Técnica Peruana 400.017. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. (3.a ed.). Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2013). Norma Técnica Peruana 339.184. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2013). Norma Técnica Peruana 339.185. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2013). Norma Técnica Peruana 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2013). Norma Técnica Peruana 400.021. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2013). Norma Técnica Peruana 400.022. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2015). Norma Técnica Peruana 339.035. CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. (4.a ed.). Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2015). Norma Técnica Peruana 339.034. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. (4.a ed.). Lima, Perú.
- Laínez, P., y Martínez, M. (2012). Influencia del uso de microsilíce en las propiedades en estado fresco y endurecido en concreto de alta resistencia. Universidad de El Salvador facultad de ingeniería.
- Laura, S. (2006). Diseño de mezcla de concreto. Puno, Perú.

- Lira, A., y Osses, R. (2013). Factibilidad del reemplazo del agregado fino por arena de relave en el hormigón. Revista Científico Tecnológica Departamento Ingeniería de Obras Civiles.
- Llique. (2014). Comparación de la resistencia a compresión de concreto común y otros concreto usando relaves mineros en proporciones del 25 % y 50% de la dosificación del agregado fino.
- McCormarc, J., y Brown, R. (2011). Diseño de concreto reforzado (8a ed.).
- Millones, A. (2008). Concreto de alta densidad con super plastificante.
- Niño, J. (2010). Tecnología del Concreto – Tomo 1 (3ra ed.). Asociación Colombiana de Productores de Concreto – ASOCRETO. Bogotá. Colombia.
- Norma ASTM C150. (2005). Cementos Portland NTP 334.090.
- Norma UNE-EN 12390-8 (2011). Profundidad de penetración de agua bajo presión.
- Palli, R. (2016). Dimensionamiento y optimización de un sedimentador convencional de relaves de cobre en una planta de procesamiento de 850 TMD". Arequipa, Perú.
- Pérez, D. (2009). Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos.
- Quinteros, L., y Herrera, J. (2011). Relación entre la resistencia a la compresión y la porosidad del concreto evaluada a partir de parámetros ultrasónicos. Bogotá, Colombia: Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, Universidad Industrial de Santander (UIS).
- Ramírez, S., Neville y Aitcin. (2008). Propiedades mecánicas y microestructura de concreto contenido mucílago de nopal como aditivo natural. Oaxaca, México.
- Ramos, C., y Torres, J. (2014). Estudio del relave minero de la mina acchilla del distrito de ccochaccasa como estabiuzante para carreteras de tercer orden a nivel de base.
- Rivva Lopez, E. (1992). Diseño de Mezcla - Tecnología del Concreto.
- Rojas. (2012). Comparación de la resistencia a compresión de concreto común y otros concreto usando relaves mineros en proporciones del 25 % y 50% de la dosificación del agregado fino.
- Romero, A., y Flores, S. (2010). Reuso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial.
- Sánchez, D. (2001). Tecnología del concreto y mortero. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Sánchez, F., y Tapia, R. (2015). Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3,7,14,28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días. trujillo.

- Sanjuán, M. y Castro, P. (2001). Acción de los agentes químicos y físicos sobre el concreto. IMCYC.
- Serrano, M., y Pérez, D. (2010). Concreto preparado con residuos industriales: resultado de alianza empresa universidad. colombia: revista educación en ingeniería.
- Simba Cumbajín, E. (2007). La impermeabilización en construcciones nuevas y existentes. Quito, Perú.
- Tancredi, S. (2015). Resistencia a la compresión del concreto.
- Tengan Shimabukuro, C. (2011). Análisis comparativo de aditivos acelerantes de fragua libres de alcalis para concreto proyectado o shotcrete.
- Velez, L. (2010). Permeabilidad y Porosidad en Concreto. Rev. Tecno Lógicas No. 25, ISSN 0123-7799.